

## 明 細 書

### 動的ネットワーク管理システム及び動的ネットワーク管理装置並びに動的ネットワーク管理方法

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、モバイルネットワークに対して、グローバルな接続性を提供するための通信ネットワークに係る技術に関する。

#### 背景技術

- [0002] インターネットは、現在、固定ネットワークノードを含むシステムを中心として、多数のデータ通信ネットワークが配置される段階にまで発達している。これらのデータ通信ネットワークは、エッジネットワークとして知られており、また、これらのエッジネットワークによって取り囲まれている固定ネットワークノードを含むシステムは、コア(core)ネットワークとして知られている。無線技術の出現及び発展によって、これらのエッジネットワークの中には、無線通信による方法を利用するものがますます増加してきており、モバイルネットワークと呼ばれる特別なエッジネットワーク、すなわち、移動を行うネットワークを形成している(下記の非特許文献1を参照)。
- [0003] モバイルネットワークは、基本的には、ネットワーク全体がインターネットへの接続点を変更するノードのネットワークである。モバイルネットワークは、通常、モバイルルータ(モバイルネットワークをインターネットに接続するルータ)を必要とし、モバイルルータによって、異なるアクセسلルータ(アクセسلルータそのものが移動可能であってもよい)間におけるインターネットへの接続点の変更が行われる。モバイルネットワークの例としては、人間に付随したネットワーク(パーソナルエリアネットワーク、又は、PANとして知られている)や、自動車、列車、船、航空機のような乗り物に配置されたセンサを含むネットワークなどが挙げられる。また、飛行機、列車、バスなどのような大量輸送システムでは、乗客は、ラップトップやパーソナル・デジタル・アシスタンス(PDA)、携帯電話などを用いてリモートホストにアクセスすることによって、乗り物内からインターネットへのアクセスが実現されるようにすることも可能である。このようなモバイルネットワーク内の各ノードは、通常、中央の装置(すなわち、モバイルルータ)に接続さ

れており、ネットワークが移動する場合でも、各ノードは、その接続点の変更を行わない。その代わり、ネットワーク全体が移動するように、モバイルルータによって接続点の変更が行われる。

- [0004] 基本的には、ネットワーク全体が移動する場合に、そのネットワーク内のノードに対して、インターネット接続性を途切れることなく提供することが、移動を行うネットワークにおける課題である。移動するネットワーク内に存在するノードは、ネットワークがインターネットへの接続点を変更していることに気付かない可能性がある。この点に関しては、モビリティサポートの古典的問題に言及しているインターネットプロトコルバージョン4 (IPv4) (下記の非特許文献3を参照) におけるモバイルIPv4 (下記の非特許文献2を参照) や、インターネットプロトコルバージョン6 (IPv6) (下記の非特許文献5を参照) におけるモバイルIPv6 (下記の非特許文献4を参照) では、取り扱われていない。なお、非特許文献2、4では、ネットワーク全体に対してではなく、個々のホストに対してモビリティサポートを提供することが、主要な目的とされている。
- [0005] モバイルIPでは、各モバイルノードは不変のホームドメインを有している。モバイルノードが、自身のホームネットワークに接続されている状態では、そのモバイルノードには、ホームアドレスとして知られる不変のプライマリグローバルアドレスが割り当てられる。一方、モバイルノードが自身のホームネットワークから離れている状態、すなわち、他のフォーリンネットワークに接続されている状態では、モバイルノードには、通常、気付アドレス (care-of-address) として知られる一時的なグローバルアドレスが割り当てられる。モビリティサポートのアイデアは、たとえモバイルノードが他のフォーリンネットワークに接続されている状態でも、モバイルノードがホームアドレスで到達可能となるようにするものである。このアイデアは、非特許文献2、4において、ホームエージェントとして知られるホームネットワークのエンティティの導入によって実現されている。モバイルノードは、バインディングアップデートとして知られるメッセージを使用して、ホームエージェントに対して、気付アドレスの登録を行う。ホームエージェントは、モバイルノードのホームアドレスあてのメッセージを受信 (intercept) し、IP-in-IPトンネリング (下記の非特許文献6、7を参照) を使用して、モバイルノードの気付アドレスにパケットを転送する機能を有している。IP-in-IPトンネリングでは、オリジナルのIPパケ

ットが別のパケットでカプセル化される。なお、オリジナルのパケットはインナパケット(inner packet)と呼ばれることがあり、インナパケットをカプセル化する新たなパケットはアウトパケット(outer packet)と呼ばれることがある。

- [0006] 各ホストのためのモビリティサポートの概念をネットワークのためのモビリティサポートに拡張して、モバイルネットワークが接続するインターネット上の位置に依存せずに、プライマリグローバルアドレスによって、モバイルネットワーク内に存在するノードを到達可能状態とすることが、解決すべき問題である。これに対し、移動するネットワークの問題を解決するための主要な試みがいくつか存在している。これらはすべて、モバイルIP(非特許文献2、4を参照)に基づくものである。
- [0007] 移動を行うネットワークにおける解決方法の1つが、下記の特許文献1によって提案されている。ここでは、モバイルネットワークをコントロールするモバイルルータは、ホームドメインに存在する状態においては、あるルーティングプロトコルを用いて、モバイルネットワークによって送受信されるパケットのルーティングを行う。一方、モバイルルータ及びそのモバイルネットワークがフォーリンドメインに移動した場合には、モバイルルータは、ホームエージェントに対して、その気付アドレスの登録を行う。その後、モバイルルータとホームエージェントとの間でIP-in-IPトンネルがセットアップされ、ホームドメインに存在していたときに使用されていたルーティングプロトコルが、再度、IP-in-IPトンネル上で実行される。すなわち、これによって、モバイルネットワークに向かうすべてのパケットは、ホームエージェントによって受信(intercept)された後、IP-in-IPトンネルを通じて、モバイルルータに転送されるようになり、モバイルルータから、モバイルネットワーク内のホストに向けて、パケットが転送される。また、モバイルネットワーク内に存在するノードが、ネットワーク外に向けてパケットを送信する場合には、モバイルルータが、そのパケットを受信(intercept)した後、IP-in-IPトンネルを通じて、ホームエージェントにパケットを送信し、ホームエージェントから所定の受信者に向けて、パケットが送信される。
- [0008] また、上述の解決方法とほぼ同様の解決方法が、下記の特許文献2にも開示されている。なお、特許文献2では、特に、IPv6(非特許文献5を参照)に対するサポートについてのみ言及されている。

[0009] 様々な無線技術(すなわち、ブルートゥース、IEEE802.11a/b/g、ウルトラワイドバンド、赤外波、一般的なパケット無線サービス)が存在する状況では、入れ子状態のモバイルネットワーク(すなわち、別のモバイルネットワーク内に存在するモバイルネットワーク)が存在するようになることも考えられる。この入れ子状態によって、ピンポンルーティングとして知られている問題が発生するが、これに対して、特許文献1では、入れ子トンネル(nested tunnel)による解決方法が提案されている。入れ子トンネルは、あるモバイルルータと、そのモバイルルータのホームエージェントとの間で確立されたトンネルが、別のモバイルルータと、その別のモバイルルータのホームエージェントとの間で確立された別のトンネルによってカプセル化された状態である。しかしながら、このトンネルの入れ子化では、パケットが最終的な送信先に到達するまでの間に、1つ以上のホームエージェントを経由することになるので、パケットの伝送時間は増加することとなる。さらに、複数のカプセル化によって、パケットサイズも増大し、不要なパケットの断片化が生じる可能性もある。

[0010] この問題を解決するために、下記の非特許文献8において、別の解決方法が提案されている。この解決方法は、リバースルーティングヘッダを使用することによって、モバイルネットワークが入れ子状態となる場合(すなわち、モバイルネットワークが別のモバイルネットワークに接続する場合)に、過度のカプセル化による多重が起らないようにするものである。ここでは、最も低次のモバイルネットワークが、そのホームエージェントへのトンネルパケットに、リバースルーティングヘッダをセットする。このパケットの経路上に存在する高次のモバイルルータは、このパケットを受信(intercept)した場合でも、別のIP-in-IPトンネルにおけるカプセル化を行わず、その代わりに、パケットのソースアドレスをリバースルーティングヘッダにコピーするとともに、ソースアドレスに自身の気付アドレスを挿入する。この方法によって、最初のモバイルルータのホームエージェントは、パケットを受信した場合に、最初のモバイルルータとの間の経路に存在するモバイルルータを把握することができるようになる。さらに、ホームエージェントが、最初のモバイルルータに向けて、受信(intercept)したパケットを転送する場合には、拡張タイプ2ルーティングヘッダを利用することによって、パケットが、他の高次のモバイルルータを経由して最初のモバイルルータに直接送られるようになる。

[0011] 一方、非特許文献8におけるリバースルーティングによる解決方法では、セキュリティが重要な問題の1つであるが、下記の非特許文献9において、入れ子トンネルを最適化するための問題の解決方法が提案されている。この解決方法は、アクセスルータオプション(ARO: Access Router Option)による解決方法(AROソリューション)として知られており、ここでは、モバイルIPv6で明記されているモビリティヘッダに新たなオプションが定義される。送信者(すなわち、モバイルルータ又はモバイルホスト)から受信者(すなわち、ホームエージェント又は通信相手ノード)に対して、この新たなオプション(アクセスルータオプション)によって、送信者が接続されているアクセスルータのプライマリグローバルアドレスが通知される。アクセスルータオプションを有するバインディングアップデートメッセージを送信した後、モバイルノード(モバイルルータ又はモバイルホスト)は、「direct-forwarding-request(ダイレクトフォワーディングリクエスト: 直接転送要求)」信号と呼ばれる特別な信号を、送出するデータパケット内に挿入する。この信号によって、上流のモバイルアクセスルータは、その送信先アドレスに向けて、自らのバインディングアップデートを送信する。このプロセスは、最上層のモバイルルータに到るまで繰り返し行われ、すべての上流のモバイルアクセスルータが、送信先に向けてバインディングアップデートを送信することによって、その送信先は、モバイルノードが接続されている一連のモバイルアクセスルータを把握することが可能となる。また、この方法では、拡張タイプ2ルーティングヘッダの構築も可能であり、送信先のノードが、モバイルノードに対してパケットを送り返す場合に、パケットにルーティングヘッダを埋め込み、一連のモバイルアクセスルータを経由して、パケットを直接モバイルノードにルーティングすることも可能である。

非特許文献1: Devarapalli, V., et. al., "NEMO Basic Support Protocol", IETF Internet Draft: draft-ietf-nemo-basic-02.txt, Dec 2003.

非特許文献2: Perkins, C. E. et. al., "IP Mobility Support", IETF RFC 2002, Oct 1996.

非特許文献3: DARPA, "Internet Protocol", IETF RFC 791, Sep 1981.

非特許文献4: Johnson, D. B., Perkins, C. E., and Arkko, J., "Mobility Support in IPv6", Internet Draft: draft-ietf-mobileip-ipv6-18.txt, Work In Progress, June 2002.

非特許文献5:Deering, S., and Hinden, R., "Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification", IETF RFC 2460, Dec 1998.

非特許文献6:Simpson, W., "IP in IP Tunneling", IETF RFC 1853, Oct 1995.

非特許文献7:Conta, A., and Deering, S., "Generic Packet Tunneling in IPv6", IETF RFC 2473, Dec 1998.

非特許文献8:Thubert, P., and Molteni, M., "IPv6 Reverse Routing Header and Its Application to Mobile Networks", Internet Draft:

draft-thubert-nemo-reverse-routing-header-04.txt, Work In Progress, Feb 2004.

非特許文献9:Ng, C. W., and Tanaka, T., "Securing Nested Tunnel Optimization with Access Router Option", Internet Draft:

draft-ng-nemo-access-router-option-00.txt, Work In Progress, Oct 2002.

非特許文献10:Narten, T., Nordmark, E., and Simpson, W., "Neighbour Discovery for IPv6", IETF RFC 2461, Dec 1998.

非特許文献11:Patridge, C., and Jackson, A., "IPv6 Router Alert Option", IETF RFC 2711, Oct 1999.

特許文献1:Leung, K. K., "Mobile IP mobile router", US Patent 6,636,498, Oct 2003.

特許文献2:Markki, O. E., et. al., "Mobile Router Support for IPv6", US Patent Application US20030117965A1, Mar 2002.

- [0012] 送信者は、アクセスルータによってブロードキャストされるルータ通知メッセージを通じて、アクセスルータのプライマリグローバルアドレスを知ることが可能である。なお、ルータ通知に関しては、非特許文献10に明記されている。また、非特許文献9では、その解決方法をサポートするアクセスルータは、能動的に、その内側(下流)ネットワーク向きのインタフェースであるイングレスインタフェース(ingress interface)から送信するルータ通知によって、外側(上流)ネットワーク向きのインタフェースであるイグレスインタフェース(egress interface)のプライマリグローバルアドレスを能動的にブロードキャストする必要がある。なお、以降、プライマリグローバルアドレスを含むルータ通知内の情報を「アクセスルータアドレス情報(Access-Router-Address-Information)」

、又は、略して「ARA-Info」と呼ぶことにする。このように、アクセスルータのイングレスインタフェースに接続されたモバイルノードは、アクセスルータのプライマリグローバルアドレスを知るとともに、アクセスルータがAROによる解決方法をサポートしていることを把握する。

- [0013] しかしながら、内側のモバイルノードと外側のモバイルルータとの間に、ローカルルータが介入している配置状態では、問題が生じる。これは、例えば図1に例示されているように、モバイルノード1000-1が、ローカル固定ルータ1100-1に接続されている状態である。ローカル固定ルータ1100-1は、移動せずに、モバイルアクセスルータ1200-1に接続されている。このような配置例は、一般的に、列車や船のような大きな輸送体に例えられる。ここでは、モバイルアクセスルータを利用して、列車／船に対するグローバルなインターネットへのアクセスが提供される一方、モバイルアクセスルータに接続されているローカル固定ルータが、列車／船の各車両／各船室に配置され、このローカル固定ルータによって、各車両／各船室における無線接続が提供される。モバイルホストとして動作するラップトップ(あるいは、無線PAN内のPDA、無線PANにおけるモバイルルータなど)は、これらのローカル固定ルータのうちの1つに接続可能である。
- [0014] このような配置例では、モバイルノード1000-1とモバイルアクセスルータ1200-1との間にローカル固定ルータ1100-1が存在する状況も起こり得る。ローカル固定ルータ1100-1は、移動することなくモバイルアクセスルータ1200-1に接続されているので、モビリティプロトコルを有する必要もなく、また、理解する必要もない。ローカル固定ルータ1100-1は、モバイルノード1000-1及びモバイルアクセスルータ1200-1との間で、単にパケットの送受信を行うものである。したがって、ローカル固定ルータ1100-1はモビリティに関連したプロトコルを使用せず、ローカル固定ルータ1100-1から送信されるルータ通知には、それ自身のプライマリグローバルアドレスは、必然的に含まれないことになる。
- [0015] このネットワーク配置の構成では、ローカル固定ルータ1100-1によってブロードキャストされるルータ通知にはARA-Infoが全く含まれないので、AROによる解決方法は、正常に機能しない。さらに、モバイルアクセスルータ1200-1によって送信され

るルータ通知には、ARA-Info内のプライマリグローバルアドレスが含まれるかもしれないが、ルータ通知は、1ホップの設定で送信されるものに過ぎず、IPv6プロトコルを動作させるルータは、ルータ通知を転送することはできないため、モバイルノード1000-1は、このモバイルアクセスルータ1200-1によって送信されたルータ通知を受け取ることはできない。

- [0016] 上記の問題に関する非常に簡単な解決方法としては、モバイルネットワーク内のすべてのローカル固定ルータを、モバイルルータと同様にAROによる解決方法をサポートできるものとすることが挙げられる。しかしながら、この解決方法では、第1に、レガシールータ(従来のルータ)との互換性がなくなるという問題があり、第2に、接続点を変えないルータ上でAROによる解決方法(モビリティプロトコル)を可能とする完全なプロトコル群をサポートさせると、システムが無駄に複雑さを増すことになるという問題がある。これは、結果的に、開発費及び維持費の増加をもたらすことになる。

#### 発明の開示

- [0017] 本発明によれば、後述の4つの異なる方法(アプローチ)を有する実施の形態に記載されているように、AROによる解決方法に係る改良が行われた動的ネットワーク管理システム及び動的ネットワーク管理装置並びに動的ネットワーク管理方法が提供される。第1の方法では、モバイルノード1000-1が、送信するバインディングアップデートメッセージに、特別なマークを埋め込む。モバイルアクセスルータ1200-1は、この信号(特別なマーク)をスキャンし、送信者(モバイルノード1000-1)がモバイルアクセスルータ1200-1を発見しようとしていることを把握して、送信者に対して、自身のプライマリグローバルアドレスを通知する。
- [0018] 第2の方法では、モバイルアクセスルータ1200-1が、すべての入力パケットに関してスキャンを行い、モバイルノード1000-1によって送信されたバインディングアップデートメッセージを探索する。モバイルノード1000-1は、AROによる解決方法を使用しているので、バインディングアップデートメッセージには、特別なビットが設定されている。モバイルアクセスルータ1200-1は、送信者がAROによる解決方法をサポートしている一方、そのアクセスルータのプライマリグローバルアドレスを知らないことを把握して、送信者に対して、自身のプライマリグローバルアドレスを通知する。



- [0019] 第3の方法では、モバイルノード1000-1が、その上流のすべてのルータに対して、特別なパケットを送信する。AROによる解決方法をサポートしているルータは、このパケットを受け取った場合に、自身のプライマリグローバルアドレスを有する応答を行う。
- [0020] 第4の方法では、ローカル固定ルータ1100-1が、送信するルータ通知メッセージ内に、ローカル固定ルータ1100-1が接続されているモバイルアクセスルータ1200-1のプライマリグローバルアドレスを含むARA-Infoを付加するように構成される。
- [0021] 本発明によれば、モバイルネットワークを形成するモバイルアクセスルータと、このモバイルネットワークに接続されているモバイルノードとの間に、ローカル固定ルータが配置されている構成においても、モバイルノード及びモバイルネットワークに対して、グローバルな接続性を提供することが可能となる。

#### 図面の簡単な説明

- [0022] [図1]本発明の第1〜第4の実施の形態に共通して適用可能なシステム構成例を示す図
- [図2]本発明の第1の実施の形態における、モバイルノードがバインディングアップデートメッセージを送信する際のアルゴリズムを示すフローチャート
- [図3]本発明の第1の実施の形態における、モバイルアクセスルータがイングレスインタフェースから受信した入力パケットの処理方法を示すフローチャート
- [図4]本発明の第2の実施の形態における、モバイルノードがバインディングアップデートメッセージを送信する際のアルゴリズムを示すフローチャート
- [図5]本発明の第2の実施の形態における、モバイルアクセスルータがイングレスインタフェースから受信した入力パケットの処理方法を示すフローチャート
- [図6]本発明の第3の実施の形態における、モバイルノードがバインディングアップデートメッセージを送信する際のアルゴリズムを示すフローチャート
- [図7]本発明の第3の実施の形態における、モバイルアクセスルータがイングレスインタフェースから受信した入力パケットの処理方法を示すフローチャート
- [図8]本発明の第4の実施の形態における、ローカル固定ルータがイングレスインタフェースから受信した入力パケットの処理方法を示すフローチャート

[図9]本発明の第4の実施の形態における、ローカル固定ルータがイングレスインタフェースからルータ通知を送信する方法を示すフローチャート

### 発明を実施するための最良の形態

- [0023] 本明細書では、レガシルータを含むモバイルネットワークにグローバルな接続性を提供するためのシステムと、それに関連した装置及び方法が開示される。以下、本発明の理解を容易にするため、用語の定義を行う。
- [0024] (i)「パケット」は、データネットワーク上で伝送可能な、任意のフォーマットのデータの独立した (self-contained) ユニットである。通常、「パケット」は「ヘッダ」部分と「ペイロード」部分の2つの部分により構成される。「ペイロード」部分には、伝送されるデータが含まれており、「ヘッダ」部分には、パケットの伝送を支援するための情報が含まれている。なお、「ヘッダ」部分には、「パケット」の送信者及び受信者のそれぞれを識別するために、送信元アドレス及び送信先アドレスが含まれる必要がある。
- [0025] (ii)「パケットトンネリング」は、別のパケットをカプセルに入れたパケットに関連するものである。「パケットトンネリング」の動作は、パケットの「カプセル化」とも呼ばれ、カプセル化されたパケットは、「トンネル化されたパケット」又は「インナパケット」と呼ばれ、「インナパケット」をカプセル化するパケットは「トンネリングパケット」又は「アウトパケット」とも呼ばれる。なお、カプセル化されたパケットでは、「インナパケット」全体が、「アウトパケット」のペイロード部分を形成する。
- [0026] (iii)「モバイルノード」は、グローバルデータ通信ネットワークへの接続ポイントを変更するネットワークエレメントである。この「モバイルノード」は、エンドユーザ端末、ゲートウェイやルータなどの中継端末、グローバルデータ通信ネットワークへの接続ポイントを変更することが可能なインテリジェントネットワークハブを示す用語として使用する場合もある。また、「モバイルノード」がエンドユーザ端末の場合には、より明確に「モバイルホスト」と呼ばれ、「モバイルノード」が、ゲートウェイ、ルータ、インテリジェントネットワークハブなどとして機能する中間的なネットワークエレメントの場合には、より明確に「モバイルルータ」と呼ばれる。
- [0027] (iv) ネットワークエレメントの「デフォルトルータ」とは、そのネットワークエレメントと同一のリンク上に存在するルータであり、この「デフォルトルータ」には、リンク上のネット

ワークエレメントから送信された、送信先までの転送ルートが不明であるすべてのパケットが転送される。

- [0028] (v) モバイルノードの「アクセスルータ」とは、モバイルノードがデータ通信ネットワークに接続するために通信を行うルータであり、通常は、モバイルノードのデフォルトルータである。なお、モバイルノードのアクセスルータ自身が、移動可能であつてもよく、このような移動可能なアクセスルータは、「モバイルアクセスルータ」として知られている。
- [0029] (vi) 「ホームアドレス」は、モバイルノードに割り当てられている基本的なグローバルアドレスであり、モバイルノードが接続しているグローバルデータ通信ネットワークの接続ポイントによらずに、モバイルノードの位置を特定するために利用可能である。なお、本明細書では、ホームアドレス(home-address)を簡略化して、HoAと呼ぶことがある。
- [0030] (vii) グローバルデータ通信ネットワークに接続されたモバイルノードに関し、そのモバイルノードのホームアドレスが、接続ポイントの周辺領域で使用されているアドレスと一致するトポロジを有している場合、このモバイルノードは「ホームに存在する(at home)」と呼ばれる。また、この接続ポイントの近隣領域は、唯一の管理権限者によって制御されており、モバイルノードの「ホームドメイン」と呼ばれる。
- [0031] (viii) グローバルデータ通信ネットワークに接続されたモバイルノードに関し、そのモバイルノードのホームアドレスが、接続ポイントの周辺領域で使用されているアドレスと一致しないトポロジを有している場合、このモバイルノードは「ホームから離れている(away)」と呼ばれる。また、この場合の接続ポイントの周辺領域は、「フォーリンドメイン」と呼ばれる。
- [0032] (ix) 「気付アドレス」は、ホームから離れた状態にあるモバイルノードに対して割り当てられる一時的なグローバルアドレスであり、割り当てられた「気付アドレス」は、モバイルノードがグローバルデータ通信ネットワークに接続する接続ポイントの周辺領域で使用されているアドレスと、同一のトポロジを有している。なお、本明細書では、気付アドレス(care-of-address)を簡略化して、CoAと呼ぶことがある。
- [0033] (x) 「ホームエージェント」は、モバイルノードのホームドメインに存在するネットワーク

エンティティである。「ホームエージェント」は、モバイルノードがホームから離れている場合の気付アドレスの登録サービスを行うものであり、モバイルノードのホームアドレスが送信先に設定されているパケットを、モバイルノードの気付アドレスに転送することが可能である。なお、ホームエージェントは、ルータでもある。

[0034] (xi)「バインディングアップデート」は、モバイルノードから、そのホームエージェントに対して送られるメッセージであり、ホームエージェントに対して、モバイルノードが現在使用している気付アドレスの通知を行うためのメッセージである。これによって、ホームエージェントは、モバイルノードのホームアドレスと気付アドレスとの間の関係を「バインディング」することが可能となる。なお、本明細書では、「バインディングアップデート(Binding Update)」を簡略化して、BUと呼ぶことがある。

[0035] なお、以下の説明では、本発明を詳細に理解できるように、特定の数、時間、構造、その他のパラメータなどが詳しく説明されるが、こうした詳細な設定は一例であり、当業者は、こうした特定の詳細な設定を行わなくても、本発明を実行できることは明白である。

[0036] <第1の実施の形態>

本発明の第1の実施の形態では、モバイルノードがバインディングアップデートメッセージを送出する場合に、パケットヘッダに特別なマークを埋め込む場合について説明する。ここでは、上流のモバイルアクセスルータは、この特別なマークを検出した場合に、モバイルノードに対して、そのHoAを通知する。

[0037] 図1には、本発明の適用が可能なモバイルノードのシステム及びグローバル通信ネットワークが図示されている。モバイルノード1000-1は、ローカル固定ルータ1100-1に接続されており、ローカル固定ルータ1100-1は、モバイルアクセスルータ1200-1に接続されている。なお、ここでは、単純化のため、モバイルアクセスルータ1200-1にはローカル固定ルータ1100-1が1台のみ接続されており、ローカル固定ルータ1100-1には、モバイルノード1000-1が1台のみ接続されている場合が示されているが、実際には、モバイルアクセスルータ1200-1には、任意の台数のローカル固定ルータ1100-1が接続可能であり、これらのローカル固定ルータ1100-1のそれぞれには、任意の台数のモバイルノード1000-1が接続可能である。なお、当業者と

っては、このような任意の台数のローカル固定ルータ1100-1及びモバイルノード1000-1が接続されている場合にも、本発明が適用されることは明らかである。

[0038] さらに、モバイルノード1000-1がモバイルホスト又はモバイルルータのどちらであるかに関しては、特に限定されるものではなく、モバイルノード1000-1は、実際には、モバイルアクセスルータ1200-1そのものであってもよい。なお、ここではモバイルノードという用語を使用するが、これによって、上述のような一般性が失われることはなく、モバイルノードという用語は、モバイルホストやモバイルルータなどを包含したものを表している。なお、当業者にとっては、モバイルノード1000-1がモバイルホストである場合と、モバイルノード1000-1がモバイル(アクセス)ルータである場合の両方において、本発明の適用が可能であることは明らかである。

[0039] さらに、1台のローカル固定ルータ1100-1が、モバイルノード1000-1とモバイルアクセスルータ1200-1との間の経路上に図示されているが、実際には、モバイルノード1000-1とモバイルアクセスルータ1200-1との間に、こうしたローカル固定ルータ1100-1が複数並んで接続されていてもよい。なお、当業者にとっては、モバイルノード1000-1とモバイルアクセスルータ1200-1との間に1台以上のローカル固定ルータ1100-1が存在する場合でも、同様にして、本発明が適用されることは明らかである。

[0040] また、モバイルアクセスルータ1200-1は、グローバルデータ通信ネットワーク1600-1に接続されている。このネットワーク1600-1は、任意のパケット交換ネットワークであり、また、インターネットそのものであってもよい。また、グローバルデータ通信ネットワーク1600-1には、ホームエージェント1400-1、1400-2が接続されており、それぞれ、モバイルノード1000-1とモバイルアクセスルータ1200-1のホームエージェントとしての機能を有している。なお、モバイルアクセスルータ1200-1に常に接続されているローカル固定ルータ1100-1は、モビリティプロトコルを持たず、したがって、ホームエージェントを必要とはしない。また、通信相手ノード(レスポンスノード)1500-1は、モバイルノード1000-1(あるいは、モバイルノード1000-1がモバイルアクセスルータである場合には、モバイルノード1000-1の配下に存在する任意のモバイルノード)との間のトラフィックセッションを継続しているグローバルデー

タ通信ネットワーク1600-1上の任意のノードである。

- [0041] モバイルノード1000-1は、最初の起動時に、ローカル固定ルータ1100-1からルータ通知メッセージを受け取り、ルータ通知によって報じられるプリフィックス情報に基づいて、自らCoAを構成する。続いて、モバイルノード1000-1は、そのHoAとの関連付けがなされるように、ホームエージェント1400-1及び通信相手ノード1500-1に対して、BUメッセージを送信して、新たなCoAを通知する必要がある。ローカル固定ルータ1100-1によって送られたルータ通知には、ARA-Infoが含まれていないので、モバイルノード1000-1は、送信するBUメッセージ内にアクセスルータオプションを含ませることはできない。そこで、代わりに、モバイルノード1000-1は、BUメッセージの packets ヘッダに、上流に並ぶモバイルアクセスルータが各HoAの応答を行うように指示するための特別なマークを埋め込む。なお、説明を簡単にするため、以降、このようなマークを「アクセスルータアドレス要求(Access-Router-Address-Request)」信号、又は、その略語である「ARA-Req」と呼ぶことにする。ARA-Reqは、特定のビットやビットのストリームによって表すことが可能である。例えば、IPv6では、ルータ警告オプションとして知られているホップバイホップオプションが存在しており(非特許文献11を参照)、上述した特別なマークは、ルータ警告オプションにおける特定の値によって表わされてもよい。
- [0042] ローカル固定ルータ1100-1はパケットを受け、そのパケットの妥当性について検証した後、モバイルアクセスルータ1200-1に向けて、パケットを上流へ転送する。モバイルアクセスルータ1200-1は、そのイングレスインタフェースにおける入力パケットをチェックして、何らかの信号(例えば、ARA-Req)が埋め込まれていないかの確認を行う。ARA-Reqが検出された場合には、モバイルアクセスルータ1200-1は、入力パケットに関する通常の処理に加えて、特別な動作を行う必要がある。まず始めに、モバイルアクセスルータ1200-1は、モバイルノード1000-1(ARA-Req信号を有する入力パケットのソースアドレスフィールドによって特定可能)に対して、自身のHoAを通知するための新たなパケットを生成しなければならない。なお、以降、このパケットを「アクセスルータアドレス応答(Access-Router-Address-Response)」信号、又は、その略語である「ARA-Res」と呼ぶことにする。続いて、モバイルアクセスル

ータ1200-1は、ARA-Req信号を有する入力パケットを削除するか、あるいは、再びマーク付けを行って、上流に並ぶルータが、ARA-Reqへの応答を行わないようにすることで、最初に、パケット内のARA-Req信号を検出したモバイルアクセスルータ1200-1のみから、モバイルノード1000-1に対して、ARA-Rcsが送信されるようにすることも可能である。また、モバイルアクセスルータ1200-1が、ARA-Req信号を有する入力パケットをそのまま上流に転送することで、さらに上流にモバイルアクセスルータ1200-1が存在する場合には、その上流に存在するモバイルアクセスルータ1200-1からも、モバイルノード1000-1に対して、ARA-Resが送信されるようにすることも可能である。

- [0043] モバイルアクセスルータ1200-1がモバイルノード1000-1に対して送信するARA-Resパケットには、以下の情報が含まれる必要がある。(1)このパケットがARA-Reqに対する応答であることを示す情報、(2)モバイルアクセスルータ1200-1のHoAを特定する値。また、オプションとして、モバイルノード1000-1が、有効な応答であることを検証することができるように、ARA-Resパケットに、オリジナルのパケット(ARA-Reqを有するパケット)の一部が含まれるようにすることも可能である。
- [0044] また、ARA-Reqがどのようにして実現されているかによって、ARA-Reqを削除するための確かな方法も異なってくる。ARA-Reqがパケットヘッダ内のビットである場合には、モバイルアクセスルータ1200-1は、単にそのビットを取り除くことによって、ARA-Reqを削除することが可能である。また、ARA-Reqがルータ警告オプション内の値として実現されている場合には、単にルータ警告オプションが除去されるか、あるいは、別の値に置き換えられることによって、上流に並ぶルータによって、ルータ警告オプションが無視されるようにすることが可能である。
- [0045] モバイルアクセスルータ1200-1のHoAを含むARA-Rcsパケットを受けた場合には、モバイルノード1000-1は、ホームエージェント1400-1及び／又は通信相手ノード1500-1に対して、モバイルアクセスルータ1200-1のHoAを含むアクセスルータオプションを有する新たなBUメッセージの送信処理を行うようにすることが可能である。この段階では、モバイルノード1000-1は、ARA-Reqを挿入する必要はなく、AROによる解決方法で規定されている振る舞いを行うべきである。

- [0046] すなわち、モバイルノード1000-1は、BUメッセージを送信する場合に、図2に示されるアルゴリズムに従うこととなる。ステップS11000において、モバイルノード1000-1は、自身のアクセスルータのHoAを知っているかどうかをチェックする。アクセスルータのHoAを知っている(ルータ通知メッセージから抽出されたARA-Info、又は、以前に受信したARA-Resメッセージによって知っている)場合には、ステップS11100に示されているように、モバイルノード1000-1は、アクセスルータのHoAに等しい値を有するアクセスルータオプションを、BU内に挿入する。一方、アクセスルータのHoAを知らない場合には、ステップS11200に示されているように、モバイルノード1000-1は、ARA-Req信号をBUメッセージのパケットヘッダに挿入する。
- [0047] また、モバイルアクセスルータ1200-1に関しては、本発明では、そのイングレスインタフェースのうちの1つから入ってくる入力パケットに係る処理方法について、わずかな変更が必要とされる。図3には、この変更が図示されている。まず、ステップS12000において、モバイルアクセスルータ1200-1は、パケットにARA-Req信号が存在しているかどうかをチェックする。ARA-Req信号が発見されない場合には、ステップS12300に進み、モバイルアクセスルータ1200-1は、通常の入力パケットの処理を行う。一方、パケットにARA-Req信号が含まれている場合には、ステップS12100及びS12200の処理を行った後に、ステップS12300に進む。すなわち、ステップS12100において、モバイルアクセスルータ1200-1は、入力パケットに記載されているソースアドレスに対して、そのHoAを含むARA-Resパケットを送信し、ステップS12200において、入力パケットからARA-Req信号を削除した後に、ステップS12300における通常の入力パケットの処理を行う。
- [0048] なお、モバイルアクセスルータ1200-1のHoAを格納する場合、モバイルノード1000-1は、現在のデフォルトルータ(すなわち、ローカル固定ルータ1100-1)に関する情報と共に、モバイルアクセスルータ1200-1のHoAの格納を行う必要がある。これにより、モバイルノード1000-1が新たな位置に移動した場合には、そのデフォルトルータの変更に伴って、格納されているモバイルアクセスルータ1200-1のHoAも除去されるようになる。
- [0049] 以上のように、本発明の第1の実施の形態によれば、モバイルノードは、モバイルノ



ードとモバイルアクセスルータとの間に他のルータが存在する場合でも、上流のモバイルアクセスルータのHoAを知ることができるようになる。これによって、モバイルノードは、バインディングアップデートメッセージにアクセスルータオプションを埋め込むことが可能となり、その結果、AROによる解決方法を、標準として機能させることが可能となる。

[0050] <第2の実施の形態>

本発明の第2の実施の形態では、モバイルアクセスルータ1200-1が、モバイルノード1000-1によって送信されるバインディングアップデートメッセージを探索するために、イングレスインタフェースを通じて入ってくるすべての入力パケットをスキャンする場合について説明する。ここでは、モバイルノード1000-1がAROによる解決方法を使用しており、バインディングアップデートメッセージ内に特別なビットが設定される。モバイルアクセスルータ1200-1は、送信者がAROによる解決方法をサポートしているが、そのアクセスルータのHoAに関しては把握していないことを知ることとなり、モバイルアクセスルータ1200-1から送信者に対して、そのHoAが通知される。

[0051] 第2の実施の形態においても、図1に図示される本発明の配置例が参照される。モバイルノード1000-1は、最初の起動時に、ローカル固定ルータ1100-1からルータ通知メッセージを受け取り、ルータ通知によって報じられるプリフィックス情報に基づいて、自らCoAを構成する。続いて、モバイルノード1000-1は、そのHoAとの関連付けがなされるように、ホームエージェント1400-1及び通信相手ノード1500-1に対して、BUメッセージを送信して、新たなCoAを通知する必要がある。ローカル固定ルータ1100-1によって送られたルータ通知には、ARA-Infoが含まれていないので、モバイルノード1000-1は、送信するBUメッセージ内にアクセスルータオプションを含ませることはできない。

[0052] 一方、モバイルノード1000-1は、オプションとして、アクセスルータオプション内に、あらかじめ規定された値(例えば、すべて0又はすべて1のアドレス)を使用することによって、AROによる解決方法を使用することは可能ではあるが、そのアクセスルータのHoAを(まだ)知らないことを表すことが可能である。なお、AROによる解決方法では、モバイルノード1000-1が、BUメッセージに特別なビットを設定して、AROに

よる解決方法を使用することを示すように要請される可能性もあり、上述したビット設定は、必ずしも必要とされない場合もある。また、上述のビットを設定する一方、アクセスルータオプションを欠如させることにより、モバイルノード1000-1がアクセスルータのHoAを知らないことを十分に表すことができる。

- [0053] ローカル固定ルータ1100-1はパケットを受け、そのパケットの妥当性について検証した後、モバイルアクセスルータ1200-1に向けて、パケットを上流へ転送する。モバイルアクセスルータ1200-1は、そのインGRESインタフェースにおける入力パケットをチェックして、BUメッセージに係るパケットかどうかの確認を行う。BUメッセージが検出された場合には、モバイルアクセスルータ1200-1は、入力パケットに関する通常の処理に加えて、さらに、送信者がAROによる解決方法を使用していることがBUによって示されているかどうかを確認する必要がある。
- [0054] モバイルアクセスルータ1200-1がモバイルノード1000-1に対して送信するARA-Resパケットには、以下の情報が含まれる必要がある。(1)このパケットがモバイルアクセスルータ1200-1のHoAを通知するメッセージであることを示す情報、(2)モバイルアクセスルータ1200-1のHoAを特定する値。また、オプションとして、モバイルノード1000-1が、有効な応答であることを検証することができるよう、ARA-Resパケットに、オリジナルのパケット(BUメッセージを有するパケット)の一部が含まれるようにすることも可能である。
- [0055] モバイルアクセスルータ1200-1のHoAを含むARA-Resパケットを受けた場合には、モバイルノード1000-1は、ホームエージェント1400-1及び／又は通信相手ノード1500-1に対して、モバイルアクセスルータ1200-1のHoAを含むアクセスルータオプションを有する新たなBUメッセージの送信処理を行うようにすることが可能である。この段階では、モバイルノード1000-1は、AROによる解決方法によって規定されている振る舞いを行うべきである。
- [0056] すなわち、モバイルノード1000-1は、BUメッセージを送信する場合に、図4に示されるアルゴリズムに従うこととなる。ステップS21000において、モバイルノード1000-1は、自身のアクセスルータのHoAを知っているかどうかをチェックする。アクセスルータのHoAを知っている(ルータ通知メッセージから抽出されたARA-Info、又は、

以前に受信したARA-Resメッセージによって知っている)場合には、ステップS21100に示されているように、モバイルノード1000-1は、アクセスルータのHoAに等しい値を有するアクセスルータオプションを、BU内に挿入する。一方、アクセスルータのHoAを知らない場合には、モバイルノード1000-1は、ステップS21200に示されているように、モバイルノード1000-1がAROによる解決方法を使用しているものの、アクセスルータのHoAは知らないということが、BUメッセージを検証するすべてのノードに分かるように、BUメッセージの送信を行う。すなわち、ステップS21200において、モバイルノード1000-1は、アクセスルータオプションを有さず、かつ、AROによる解決方法の使用を示す情報を有するBUの送信を行う。

[0057] また、モバイルアクセスルータ1200-1に関しては、本発明では、そのイングレスインタフェースのうちの1つから入ってくる入力パケットに係る処理方法について、わずかな変更が必要とされる。図5には、この変更が図示されている。まず、ステップS22000において、モバイルアクセスルータ1200-1は、入力パケットがBUメッセージであるかどうかをチェックする。BUメッセージではない場合には、ステップS22300に示すように、通常の入力パケットの処理が行われる。一方、入力パケットがBUメッセージの場合には、ステップS22100において、モバイルアクセスルータ1200-1は、さらに、BUメッセージの送信者が、AROによる解決方法を使用しようとしている一方、アクセスルータのHoAを知らないことがBUメッセージによって示されているかどうかを確認する。なお、AROによる解決方法の使用を示すビットが設定され、かつ、アクセスルータオプションが存在しない場合や、アクセスルータオプションが特別に記載されたアドレス(例えば、すべて0のアドレス、又は、すべて1のアドレス)を含んでいる場合などに、BUメッセージの送信者が、AROによる解決方法を使用しようとしている一方、アクセスルータのHoAを知らないと推定することが可能となる。

[0058] BUメッセージの送信者が、AROによる解決方法を使用しようとしている一方、アクセスルータのHoAを知らないことが確認されなかった場合には、ステップS22300に進み、モバイルアクセスルータ1200-1は、AROによる解決方法で規定されている通常の入力パケットの処理を行う。一方、BUメッセージの送信者が、AROによる解決方法を使用しようとしている一方、アクセスルータのHoAを知らないことが確認され

た場合には、ステップS22200に進み、モバイルアクセスルータ1200-1は、入力パケットに記載されているソースアドレスに対して、そのHoAを含むARA-Resパケットを送信し、ステップS22300において、通常の入力パケットの処理を行う。

[0059] なお、上述の第1の実施の形態と同様に、モバイルアクセスルータ1200-1のHoAを格納する場合、モバイルノード1000-1は、現在のデフォルトルータ(すなわち、ローカル固定ルータ1100-1)に関する情報と共に、モバイルアクセスルータ1200-1のHoAの格納を行う必要がある。これにより、モバイルノード1000-1が新たな位置に移動した場合には、そのデフォルトルータの変更に伴って、格納されているモバイルアクセスルータ1200-1のHoAも除去されるようになる。

[0060] 以上のように、本発明の第2の実施の形態によれば、モバイルノードは、モバイルノードとモバイルアクセスルータとの間に他のルータが存在する場合でも、上流のモバイルアクセスルータのHoAを知ることができるようになる。これによって、モバイルノードは、バインディングアップデートメッセージにアクセスルータオプションを埋め込むことが可能となり、その結果、AROによる解決方法を、標準として機能させることが可能となる。

[0061] <第3の実施の形態>

本発明の第3の実施の形態では、モバイルノードが、その上流のすべてのルータに対して、特別なパケットを送信する場合について説明する。ここでは、AROによる解決方法をサポートするルータが、それぞれのホームアドレスを応答する。

[0062] 第3の実施の形態においても、図1に図示される本発明の配置例が参照される。モバイルノード1000-1は、最初の起動時に、ローカル固定ルータ1100-1からルータ通知メッセージを受け取り、ルータ通知によって報じられるプリフィックス情報に基づいて、自らCoAを構成する。続いて、モバイルノード1000-1は、そのHoAとの関連付けがなされるように、ホームエージェント1400-1及び通信相手ノード1500-1に対して、BUメッセージを送信して、新たなCoAを通知する必要がある。ローカル固定ルータ1100-1によって送られたルータ通知には、ARA-Infoが含まれていないので、モバイルノード1000-1は、送信するBUメッセージ内にアクセスルータオプションを含ませることはできない。

- [0063] このような状況が生じた場合には、モバイルノード1000-1は、BUメッセージの発信を遅らせ、その代わりに、すべての上流のルータに対して、各ルータのHoAの取得を要求するための特別なパケットを送信する。この特別なパケットは、アクセスルータのアドレス要求であることを示す特定のタイプを有するICMP(インターネット制御メッセージプロトコル: Internet Control Message Protocol)の形式を取ることも可能であり、あるいは、受信者がルータ通知の応答にホームアドレスを含ませるように指示する特別なオプションを有する通常のルータ要請メッセージ(非特許文献10を参照)としてもよい。なお、説明を簡単にするため、以降、このパケットを「アクセスルータアドレス調査メッセージ(Access Router Address Probe message)」、又は、略して「ARA-Probe」と呼ぶことにする。
- [0064] モバイルノード1000-1は、上流のモバイルアクセスルータ1200-1の存在を知らないで、ARA-Probeの送信先フィールド内に、ブロードキャストアドレス又はマルチキャストアドレスを使用する必要がある。IPv6では、すべてのルータに関連付けられたオールルータマルチキャストアドレス(all-router multicast address)が定義されており、モバイルノード1000-1は、このオールルータマルチキャストアドレスを送信先アドレスとして使用することが可能である。また、あるいは、上流ルータのみに関連付けられた特別なマルチキャストアドレスが定義されてもよい。なお、以降、このマルチキャストアドレスを「上流ルータマルチキャストアドレス(upstream-router multicast address)」と呼ぶことにする。すなわち、これは、すべてのルータが、それらのイグレスインタフェースから受信する上流ルータマルチキャストアドレスに関連するパケットを暗黙のうちに無視する一方、イングレスインタフェースからイグレスインタフェース方向に受信する上流ルータマルチキャストアドレスに関連するパケットの転送を行うことを意味している。
- [0065] マルチキャストアドレスによるパケットの分散量を制限するために、IPv6には、パケットを転送することができる回数を制限するホップリミットフィールドが設けられている。モバイルノード1000-1は、パケットの分散を抑制するために、小さなホップリミット値(例えば、2又は3)を使用することが可能である。
- [0066] また、ローカル固定ルータ1100-1も、ARA-Probeを受信することになるが、この

パケットを理解することはほとんど不可能であり、上流(すなわち、モバイルアクセスルータ1200-1)に向けて、このパケットの転送を行うことになる。そして、モバイルアクセスルータ1200-1が、このパケットを受信した場合には、本発明の第1の実施の形態で説明したように、このARA-Probeの送信者(すなわち、モバイルノード1000-1)に向けて、ARA-Resを送信することとなる。

[0067] モバイルアクセスルータ1200-1がモバイルノード1000-1に対して送信するARA-Resパケットには、以下の情報が含まれる必要がある。(1)このパケットがARA-Probeに対する応答であることを示す情報、(2)モバイルアクセスルータ1200-1のHoAを特定する値。また、オプションとして、モバイルノード1000-1が、有効な応答であることを検証することができるように、ARA-Resパケットに、オリジナルのARA-Probeメッセージの一部が含まれるようにすることも可能である。なお、モバイルアクセスルータ1200-1は、ARA-Resによって応答を行うので、ARA-Probeをさらに上流に転送する必要がない場合には、ARA-Probeを含むパケットを破棄する処理を行うか、あるいは、ARA-Probeメッセージを削除又は無効化して、通常のパケットと同様の処理を行うことも可能である。

[0068] モバイルノード1000-1は、このARA-Resを受信した後に、アクセスルータオプションが挿入されたBUメッセージを送信することが可能となる。その後のモバイルノード1000-1及びモバイルアクセスルータ1200-1の動作は、オリジナルのAROソリューションで規定されているものが行われることになる。なお、ブロードキャスト方法を使用した場合、モバイルノード1000-1が1つ以上のARA-Resを受信する可能性がある。この場合には、最も早く戻ってくる応答を行った者が最も近くに存在していることが示唆されるので、モバイルノード1000-1は、最初に受信したARA-Resを使用することが望ましい。

[0069] すなわち、モバイルノード1000-1は、BUメッセージを送信する場合に、図6に示されるアルゴリズムに従うこととなる。ステップS31000において、モバイルノード1000-1は、自身のアクセスルータのHoAを知っているかどうかをチェックする。アクセスルータのHoAを知っている(ルータ通知メッセージから抽出されたARA-Info、又は、以前に受信したARA-Resメッセージによって知っている)場合には、ステップS311

00に示されているように、モバイルノード1000-1は、アクセスルータのHoAに等しい値を有するアクセスルータオプションを、BU内に設定する。一方、アクセスルータのHoAを知らない場合には、ステップS31200に進み、ARA-Probeを送信する。そして、ステップS31300に示されているように、モバイルノード1000-1は、有効なARA-Resの受信、又は、タイムアウトの待機状態となる。有効なARA-Resを受信した場合には、モバイルノード1000-1は、ステップS31100に進み、アクセスルータオプションが挿入されたBUを送信する。なお、アクセスルータのHoAの値には、ARA-Resから抽出されたHoAの値に等しい値が利用される。一方、タイムアウトになった場合には、モバイルノード1000-1の上流には、モバイルアクセスルータ1200-1は存在しないとみなされて、ステップS31400に示されているように、アクセスルータオプションを有さないBUの送信処理が行われる。

[0070] また、モバイルアクセスルータ1200-1に関しては、本発明では、そのインGRESSインタフェースのうちの1つから入ってくる入力パケットに係る処理方法について、わずかな変更が必要とされる。図7には、この変更が図示されている。まず、ステップS32000において、モバイルアクセスルータ1200-1は、入力パケットがARA-Probeかどうかをチェックする。ARA-Probeではない場合には、ステップS32100に進み、モバイルアクセスルータ1200-1は、通常の入力パケットの処理を行う。一方、パケットがARA-Probeの場合には、ステップS32200に進み、モバイルアクセスルータ1200-1は、入力パケットに記載されているソースアドレスに対して、そのHoAを含むARA-Resパケットを送信する。

[0071] なお、上述の第1の実施の形態と同様に、モバイルアクセスルータ1200-1のHoAを格納する場合、モバイルノード1000-1は、現在のデフォルトルータ(すなわち、ローカル固定ルータ1100-1)に関する情報と共に、モバイルアクセスルータ1200-1のHoAの格納を行う必要がある。これにより、モバイルノード1000-1が新たな位置に移動した場合には、そのデフォルトルータの変更に伴って、格納されているモバイルアクセスルータ1200-1のHoAも除去されるようになる。

[0072] 以上のように、本発明の第3の実施の形態によれば、モバイルノードは、モバイルノードとモバイルアクセスルータとの間に他のルータが存在する場合でも、上流のモバ

イルアクセスルータのHoAを知ることができるようになる。これによって、モバイルノードは、バインディングアップデートメッセージにアクセスルータオプションを埋め込むことが可能となり、その結果、AROによる解決方法を、標準として機能させることが可能となる。

[0073] <第4の実施の形態>

本発明の第4の実施の形態では、ローカル固定ルータ自身が送信するルータ通知メッセージ内に、ローカル固定ルータが接続されているモバイルアクセスルータのプライマリグローバルアドレスを加えることができるように、ローカル固定ルータを構成する場合について説明する。

[0074] 第4の実施の形態においても、図1に図示される本発明の配置例が参照される。ここでは、ローカル固定ルータ1100-1が、そのイグレスインタフェースから、デフォルトルータ(すなわち、モバイルアクセスルータ1200-1)によって送信されたルータ通知を聞くことができるように構成されている。

[0075] ルータ通知内にARA-Infoが含まれていることを検出した場合には、ローカル固定ルータ1100-1は、ARA-Infoから抽出されるアドレスを格納する。続いて、ローカル固定ルータ1100-1は、そのデフォルトルータのHoAを含むARA-Infoを、ルータ通知に挿入して、そのイグレスインタフェースへのルータ通知の送信を行う。これにより、モバイルノード1000-1にとっては、ローカル固定ルータ1100-1が、あたかもAROによる解決方法をサポートしているモバイルアクセスルータであるかのように見える。しかしながら、実際には、ローカル固定ルータ1100-1は、AROによる解決方法の主要部分を理解する必要はなく、単に、モバイルアクセスルータ1200-1から受信したルータ通知からモバイルアクセスルータ1200-1のHoAを抽出する方法や、ローカル固定ルータ1100-1自身が送信するルータ通知に、モバイルアクセスルータ1200-1のHoAを挿入する方法を知っておくだけでよい。

[0076] モバイルアクセスルータ1200-1のHoAを格納する場合、ローカル固定ルータ1100-1は、現在のデフォルトルータ(すなわち、モバイルアクセスルータ1200-1)に関する情報と共に、モバイルアクセスルータ1200-1のHoAの格納を行う必要がある。これにより、モバイルノード1000-1が新たな位置に移動した場合には、そのデフォ



ルトルータの変更に伴って、格納されているモバイルアクセスルータ1200-1のHoAも除去されるようになる。

[0077] したがって、本発明の第4の実施の形態では、オリジナルのAROによる解決方法を行うために、ローカル固定ルータ1100-1だけが修正される。また、モバイルノード1000-1及びモバイルアクセスルータ1200-1は、両方ともオリジナルのAROソリューションで規定される処理に従う。図8には、ローカル固定ルータ1100-1のイグレスインタフェースから入ってくる入力パケットの通常の処理への変更が図示されている。ステップS41000において、ローカル固定ルータ1100-1は、まず、イグレスインタフェースから入ってくる入力パケットがルータ通知であるかどうかをチェックする。入力パケットがルータ通知ではない場合には、ステップS41100が行われ、パケットに係る通常の処理（一般のIPルータで可能な処理）が実行される。一方、入力パケットがルータ通知の場合には、ステップS41200に示されるように、ルータ通知に係る通常の処理が実行される。なお、この処理によって、ローカル固定ルータ1100-1は、デフォルトルータの構成を変更する可能性もある。

[0078] この処理（ステップS41200の処理）の後に、ステップS41300に示されるように、ルータ通知のチェックが行われ、ルータ通知がローカル固定ルータ1100-1のデフォルトルータから来たものであるかどうかを確認される。デフォルトルータからのルータ通知ではない場合には、特に、処理が行われる必要はないが、一方、デフォルトルータからのルータ通知である場合には、次に、ステップS41400において、ルータ通知のチェックが行われ、ルータ通知がARA-Infoを含んでいるかどうかチェックされる。そして、ARA-Infoが含まれていない場合には、ステップS41500に示されるように、デフォルトルータのHoAを格納する内部変数がクリアされ、また、ルータ通知がARA-Info（デフォルトルータのHoA）を含んでいる場合には、ステップS41600において、このアドレスが前述の内部変数に格納される（デフォルトルータのHoAを格納）。

[0079] また、次に説明するローカル固定ルータ1100-1の動作の変更は、イグレスインタフェースにルータ通知を送出する場合のものである。図9には、この変更が図示されている。ステップS42000において、まず、ローカル固定ルータ1100-1は、以前に格納されたそのデフォルトルータ（すなわち、モバイルアクセスルータ1200-1）の

HoAを保持している(知っている)かどうかのチェックを行う。HoAを保持していない場合には、ステップS42100が行われ、ローカル固定ルータ1100-1は、ARA-Infoを有さないルータ通知を送信する。一方、以前に格納されたそのデフォルトルータのHoAを保持している場合には、ローカル固定ルータ1100-1は、ステップS42200に示されるように、デフォルトルータのHoAを含むARA-Infoをルータ通知内に挿入する。

- [0080] 以上のように、本発明の第4の実施の形態によれば、モバイルノードは、モバイルノードとモバイルアクセスルータとの間に完全にはAROによる解決方法をサポートしていないルータが存在する場合でも、上流のモバイルアクセスルータのHoAを知ることができるようになる。これによって、モバイルノードは、バインディングアップデートメッセージにアクセスルータオプションを埋め込むことが可能となり、その結果、AROによる解決方法を、標準として機能させることが可能となる。

#### 産業上の利用可能性

- [0081] 本発明は、モバイルネットワークを形成するモバイルアクセスルータと、このモバイルネットワークに接続されているモバイルノードとの間に、ローカル固定ルータが配置されている構成においても、モバイルノード及びモバイルネットワークに対して、グローバルな接続性を提供することが可能であり、モバイルネットワークに対して、グローバルな接続性を提供するための通信ネットワークに係る技術に適用され、特に、IPを利用した通信に係る技術に適用される。

## 請求の範囲

- [1]      モバイルネットワークを形成するモバイルアクセスルータと、前記モバイルネットワークに属するローカル固定ルータと、前記ローカル固定ルータに接続することによって、前記モバイルネットワークに参加するモバイルノードとを有する通信システムにおける動的ネットワーク管理システムであって、
- 前記モバイルノードから、前記モバイルアクセスルータのグローバルアドレスを要求する情報が送信されることによって、前記ローカル固定ルータを介して前記モバイルノードから前記情報を受信した前記モバイルアクセスルータから、前記モバイルノードに対して、前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスが通知されるように構成されている動的ネットワーク管理システム。
- [2]      モバイルネットワークを形成するモバイルアクセスルータと、前記モバイルネットワークに属するローカル固定ルータと、前記ローカル固定ルータに接続することによって、前記モバイルネットワークに参加するモバイルノードとを有する通信システムにおける動的ネットワーク管理システムであって、
- 前記モバイルアクセスルータのグローバルアドレスを把握していない前記モバイルノードから、前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを把握していない旨を示す情報が送信されることによって、前記ローカル固定ルータを介して前記モバイルノードから前記情報を受信した前記モバイルアクセスルータから、前記モバイルノードに対して、前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスが通知されるように構成されている動的ネットワーク管理システム。
- [3]      モバイルネットワークを形成するモバイルアクセスルータと、前記モバイルネットワークに属するローカル固定ルータと、前記ローカル固定ルータに接続することによって、前記モバイルネットワークに参加するモバイルノードとを有する通信システムにおける動的ネットワーク管理システムであって、
- 前記モバイルアクセスルータのグローバルアドレスを含む情報を受信した前記ローカル固定ルータ内の所定の情報格納手段に、前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスが格納されるとともに、前記ローカル固定ルータから前記モバイルノードに対して、前記所定の情報格納手段に格納されている前記モバイルアクセスル

ータの前記グローバルアドレスが通知されるように構成されている動的ネットワーク管理システム。

- [4] モバイルネットワークを形成することが可能なモバイルアクセスルータ内に配置される動的ネットワーク管理装置であって、

前記モバイルネットワークに属するローカル固定ルータに接続するための接続手段と、

前記モバイルネットワークに参加する任意のモバイルノードから送信され、前記ローカル固定ルータによって前記モバイルアクセスルータに転送されてくる前記モバイルアクセスルータのグローバルアドレスを要求する情報を検出する情報検出手段と、

前記情報検出手段によって前記情報が検出された場合には、前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを通知するために、前記ローカル固定ルータを介して前記情報を送信した前記モバイルノードに向けて転送される前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを含む応答情報を送信する応答情報送信手段とを、

有する動的ネットワーク管理装置。

- [5] モバイルネットワークを形成することが可能なモバイルアクセスルータ内に配置される動的ネットワーク管理装置であって、

前記モバイルネットワークに属するローカル固定ルータに接続するための接続手段と、

前記モバイルネットワークに参加しており前記モバイルアクセスルータのグローバルアドレスを把握していないモバイルノードから送信され、前記ローカル固定ルータによって前記モバイルアクセスルータに転送されてくる前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを把握していない旨を示す情報を検出する情報検出手段と、

前記情報検出手段によって前記情報が検出された場合には、前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを通知するために、前記ローカル固定ルータを介して前記情報を送信した前記モバイルノードに向けて転送される前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを含む応答情報を送信する応答情報送信手段とを、

- 有する動的ネットワーク管理装置。
- [6] 前記情報検出手段によって前記情報が検出された場合には、前記情報を含むパケットから前記情報を削除する情報削除手段と、  
前記情報削除手段による前記情報の削除後のパケットを、前記パケットに設定されている所定の送信先に向けて転送する転送手段とを、  
有する請求項4又は5に記載の動的ネットワーク管理装置。
- [7] 前記情報を含むパケットに設定されている所定の送信先に向けて、前記パケットを転送する転送手段を有する請求項4又は5に記載の動的ネットワーク管理装置。
- [8] 前記情報を含むパケットを破棄する破棄手段を有する請求項4又は5に記載の動的ネットワーク管理装置。
- [9] モバイルアクセスルータが形成するモバイルネットワークに参加することが可能なモバイルノード内に配置される動的ネットワーク管理装置であって、  
前記モバイルネットワークに属する任意のルータに接続するための接続手段と、  
前記モバイルアクセスルータのグローバルアドレスを把握していない場合に、前記接続手段によって接続されている前記ルータによって前記モバイルアクセスルータに転送される前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを要求する情報を、前記ルータに送信する送信手段と、  
前記送信手段によって送信された前記情報の応答として、前記モバイルアクセスルータによって送信された前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを含む応答情報を、前記ルータから受信する応答情報受信手段とを、  
有する動的ネットワーク管理装置。
- [10] モバイルアクセスルータが形成するモバイルネットワークに参加することが可能なモバイルノード内に配置される動的ネットワーク管理装置であって、  
前記モバイルネットワークに属する任意のルータに接続するための接続手段と、  
前記モバイルアクセスルータのグローバルアドレスを把握していない場合に、前記接続手段によって接続されている前記ルータによって前記モバイルアクセスルータに転送される前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを把握していない旨を示す情報を、前記ルータに送信する送信手段と、

前記送信手段によって送信された前記情報の応答として、前記モバイルアクセスルータによって送信された前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを含む応答情報を、前記ルータから受信する応答情報受信手段とを、

有する動的ネットワーク管理装置。

- [11] 所定の通信装置に対して送信するバインディングアップデートメッセージに係るパケットのヘッダに、前記情報を挿入する情報挿入手段を有しており、

前記送信手段が、前記情報挿入手段によって前記情報が埋め込まれた前記バインディングアップデートメッセージに係る前記パケットを送信するように構成されている請求項9又は10に記載の動的ネットワーク管理装置。

- [12] 前記送信手段が、前記情報の送信と共に、アクセスルータオプションの使用が可能である旨を示す情報を送信するように構成されている請求項9又は10に記載の動的ネットワーク管理装置。

- [13] 前記情報を示す特別なパケットを生成するパケット生成手段を有し、  
前記送信手段が、前記パケット生成手段によって生成された前記特別なパケットを送信するように構成されている請求項9又は10に記載の動的ネットワーク管理装置。

- [14] モバイルネットワークを形成するモバイルアクセスルータに固定的に接続されるローカル固定ルータ内に配置される動的ネットワーク管理装置であって、

前記モバイルアクセスルータのグローバルアドレスを含む情報を受信する受信手段と、

前記受信手段によって受信された前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを格納する情報格納手段とを、

有する動的ネットワーク管理装置。

- [15] 前記情報格納手段に格納されている前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを、前記ローカル固定ルータの配下に接続されているノードに通知する通知手段を有する請求項14に記載の動的ネットワーク管理装置。

- [16] 前記受信手段によって受信された前記情報が、前記モバイルネットワークのデフォルトルータから送られてきたものか否かを判断する判断手段と、

前記判断手段によって前記デフォルトルータから送られてきたものであると判断され

た場合にのみ、前記情報格納手段に前記デフォルトルータの前記グローバルアドレスの格納を行うように制御する格納制御手段とを、

有する請求項14に記載の動的ネットワーク管理装置。

- [17] 前記受信手段によって受信される前記情報が、前記モバイルアクセスルータのルータ通知メッセージである請求項14に記載の動的ネットワーク管理装置。

- [18] 前記通知手段が、前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを含むルータ通知によって前記ノードへの通知を行うように構成されている請求項15に記載の動的ネットワーク管理装置。

- [19] モバイルネットワークを形成することが可能であり、前記モバイルネットワークに属するローカル固定ルータと接続可能なモバイルアクセスルータにおいて行われる動的ネットワーク管理方法であって、

前記モバイルネットワークに参加する任意のモバイルノードから送信され、前記ローカル固定ルータによって前記モバイルアクセスルータに転送されてくる前記モバイルアクセスルータのグローバルアドレスを要求する情報を検出する情報検出ステップと

、  
前記情報検出ステップで前記情報が検出された場合には、前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを通知するために、前記ローカル固定ルータを介して前記情報を送信した前記モバイルノードに向けて転送される前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを含む応答情報を送信する応答情報送信ステップとを、

有する動的ネットワーク管理方法。

- [20] モバイルネットワークを形成することが可能であり、前記モバイルネットワークに属するローカル固定ルータと接続可能なモバイルアクセスルータにおいて行われる動的ネットワーク管理方法であって、

前記モバイルネットワークに参加しており前記モバイルアクセスルータのグローバルアドレスを把握していないモバイルノードから送信され、前記ローカル固定ルータによって前記モバイルアクセスルータに転送されてくる前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを把握していない旨を示す情報を検出する情報検出ステップと

前記情報検出ステップで前記情報が検出された場合には、前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを通知するために、前記ローカル固定ルータを介して前記情報を送信した前記モバイルノードに向けて転送される前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを含む応答情報を送信する応答情報送信ステップとを、

有する動的ネットワーク管理方法。

- [21] 前記情報検出ステップで前記情報が検出された場合には、前記情報を含むパケットから前記情報を削除する情報削除ステップと、

前記情報削除ステップにおける前記情報の削除後のパケットを、前記パケットに設定されている所定の送信先に向けて転送する転送ステップとを、

有する請求項19又は20に記載の動的ネットワーク管理方法。

- [22] 前記情報を含むパケットに設定されている所定の送信先に向けて、前記パケットを転送する転送ステップを有する請求項19又は20に記載の動的ネットワーク管理方法。

- [23] 前記情報を含むパケットを破棄する破棄ステップを有する請求項19又は20に記載の動的ネットワーク管理方法。

- [24] モバイルアクセスルータが形成するモバイルネットワークに参加することが可能であり、前記モバイルネットワークに属する任意のルータと接続可能なモバイルノードにおいて行われる動的ネットワーク管理方法であって、

前記モバイルアクセスルータのグローバルアドレスを把握していない場合に、接続されている前記ルータによって前記モバイルアクセスルータに転送される前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを要求する情報を、前記ルータに送信する送信ステップと、

前記送信ステップで送信された前記情報の応答として、前記モバイルアクセスルータによって送信された前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを含む応答情報を、前記ルータから受信する応答情報受信ステップとを、

有する動的ネットワーク管理方法。

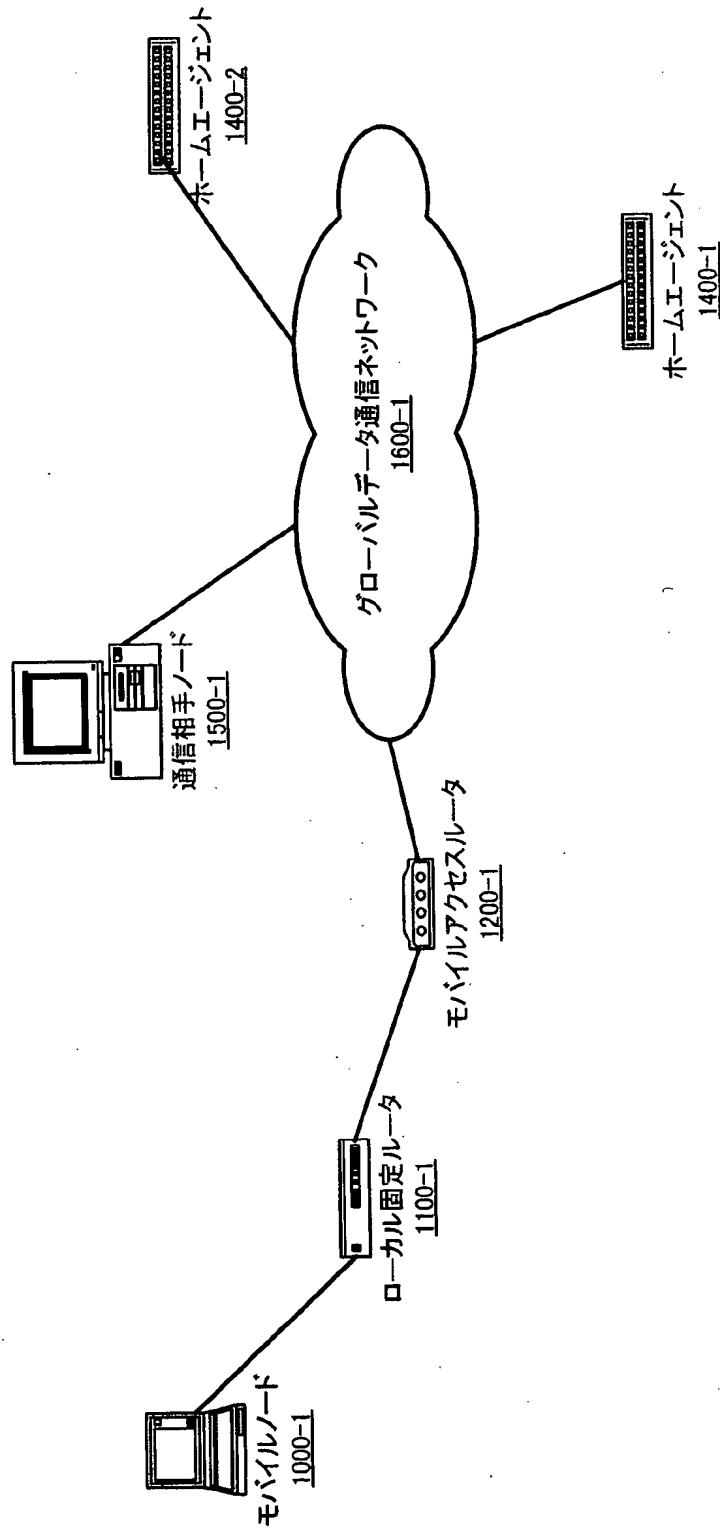


- [25] モバイルアクセスルータが形成するモバイルネットワークに参加することが可能であり、前記モバイルネットワークに属する任意のルータと接続可能なモバイルノードにおいて行われる動的ネットワーク管理方法であって、  
前記モバイルアクセスルータのグローバルアドレスを把握していない場合に、接続されている前記ルータによって前記モバイルアクセスルータに転送される前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを把握していない旨を示す情報を、前記ルータに送信する送信ステップと、  
前記送信ステップで送信された前記情報の応答として、前記モバイルアクセスルータによって送信された前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを含む応答情報を、前記ルータから受信する応答情報受信ステップとを、  
有する動的ネットワーク管理方法。
- [26] 所定の通信装置に対して送信するバインディングアップデートメッセージに係るパケットのヘッダに、前記情報を挿入する情報挿入ステップを有しており、  
前記送信ステップにおいて、前記情報挿入ステップによって前記情報が埋め込まれた前記バインディングアップデートメッセージに係る前記パケットを送信する請求項24又は25に記載の動的ネットワーク管理方法。
- [27] 前記送信ステップにおいて、前記情報の送信と共に、アクセスルータオプションの使用が可能である旨を示す情報を送信する請求項24又は25に記載の動的ネットワーク管理方法。
- [28] 前記情報を示す特別なパケットを生成するパケット生成ステップを有し、  
前記送信ステップにおいて、前記パケット生成ステップで生成された前記特別なパケットを送信する請求項24又は25に記載の動的ネットワーク管理方法。
- [29] モバイルネットワークを形成するモバイルアクセスルータに固定的に接続されるローカル固定ルータにおいて行われる動的ネットワーク管理方法であって、  
前記モバイルアクセスルータのグローバルアドレスを含む情報を受信する受信ステップと、  
前記受信ステップで受信された前記モバイルアクセスルータのグローバルアドレスを、所定の情報格納手段に格納する情報格納ステップとを、

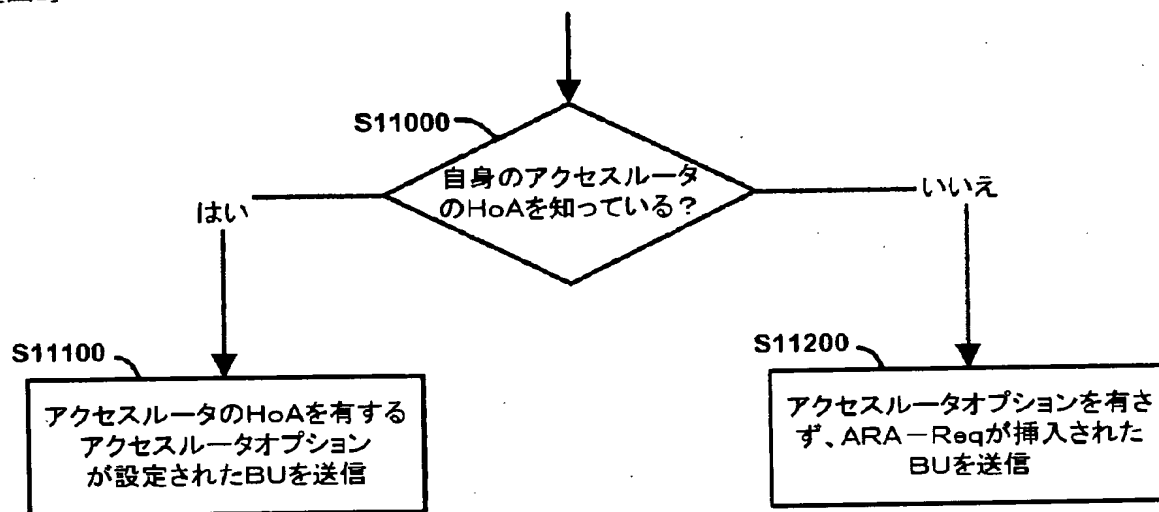
有する動的ネットワーク管理方法。

- [30] 前記所定の情報格納手段に格納されている前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを、前記ローカル固定ルータの配下に接続されているノードに通知する通知ステップを有する請求項29に記載の動的ネットワーク管理方法。
- [31] 前記受信ステップで受信された前記情報が、前記モバイルネットワークのデフォルトルータから送られてきたものか否かを判断する判断ステップと、  
前記判断ステップによって前記デフォルトルータから送られてきたものであると判断された場合にのみ、前記所定の情報格納手段に前記デフォルトルータの前記グローバルアドレスの格納を行うように制御する格納制御ステップとを、  
有する請求項29に記載の動的ネットワーク管理方法。
- [32] 前記受信ステップで受信される前記情報が、前記モバイルアクセスルータのルータ通知メッセージである請求項29に記載の動的ネットワーク管理方法。
- [33] 前記通知ステップにおいて、前記モバイルアクセスルータの前記グローバルアドレスを含むルータ通知によって前記ノードへの通知を行う請求項30に記載の動的ネットワーク管理方法。

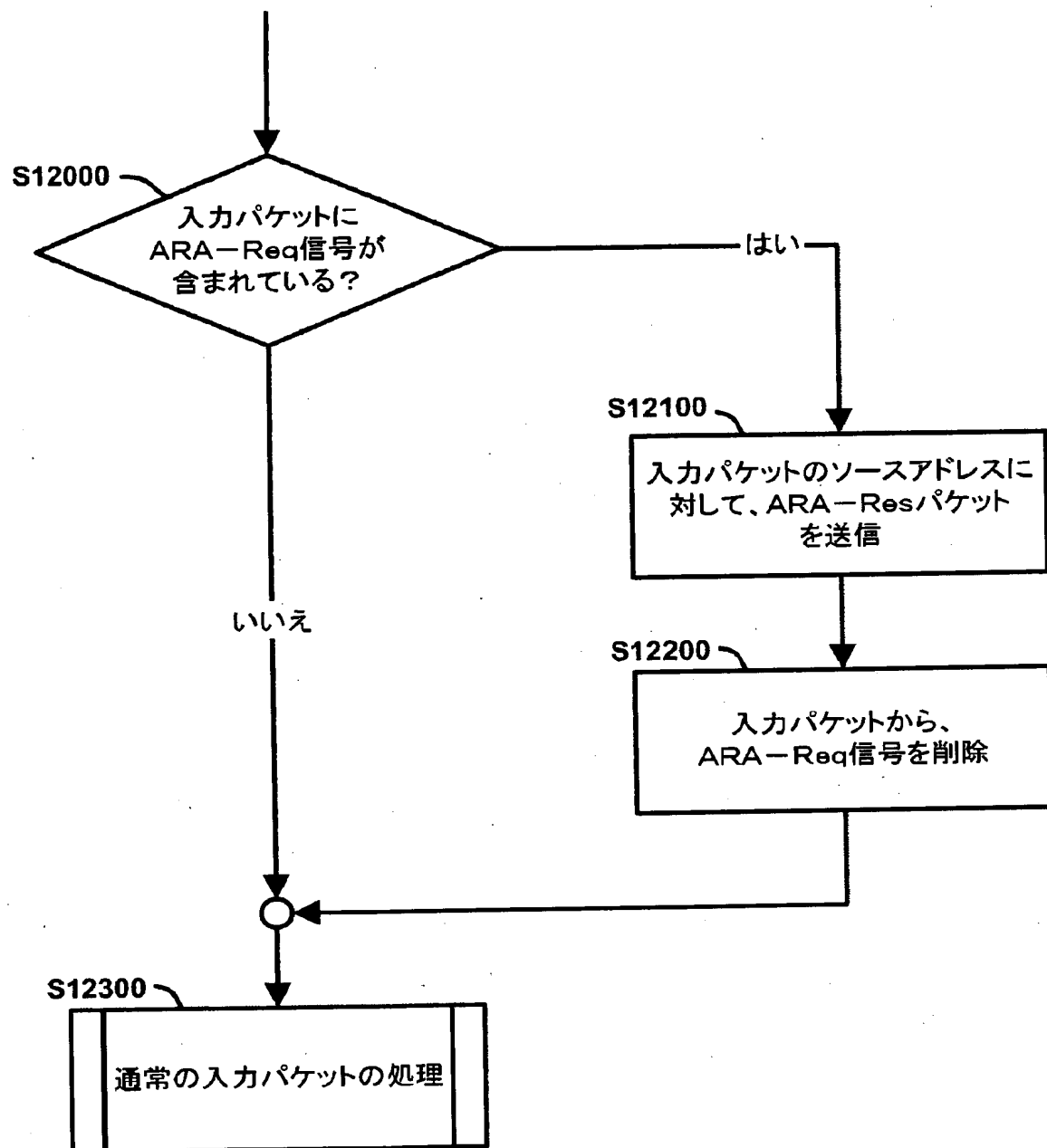
[図1]



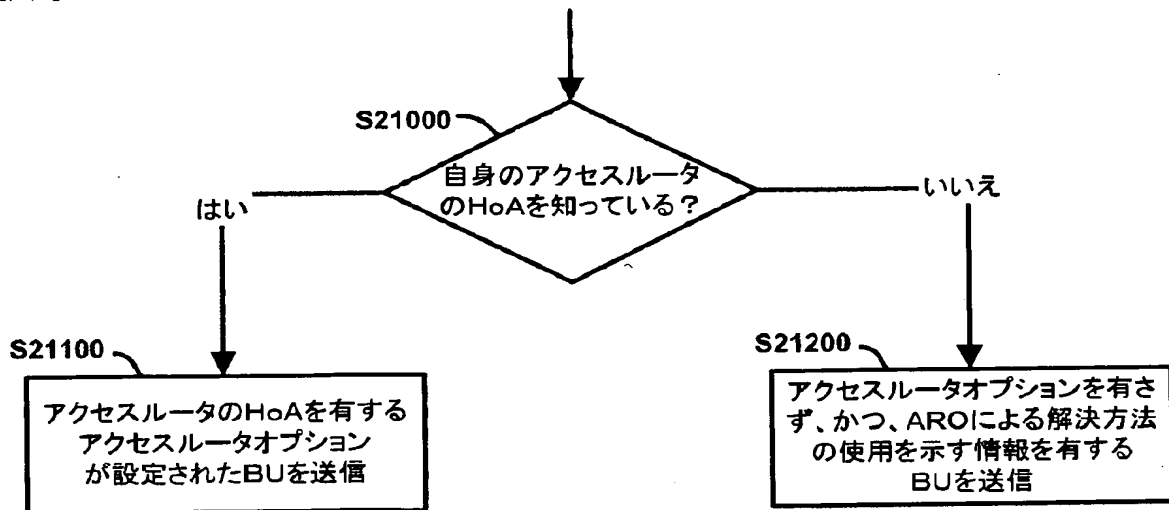
[図2]



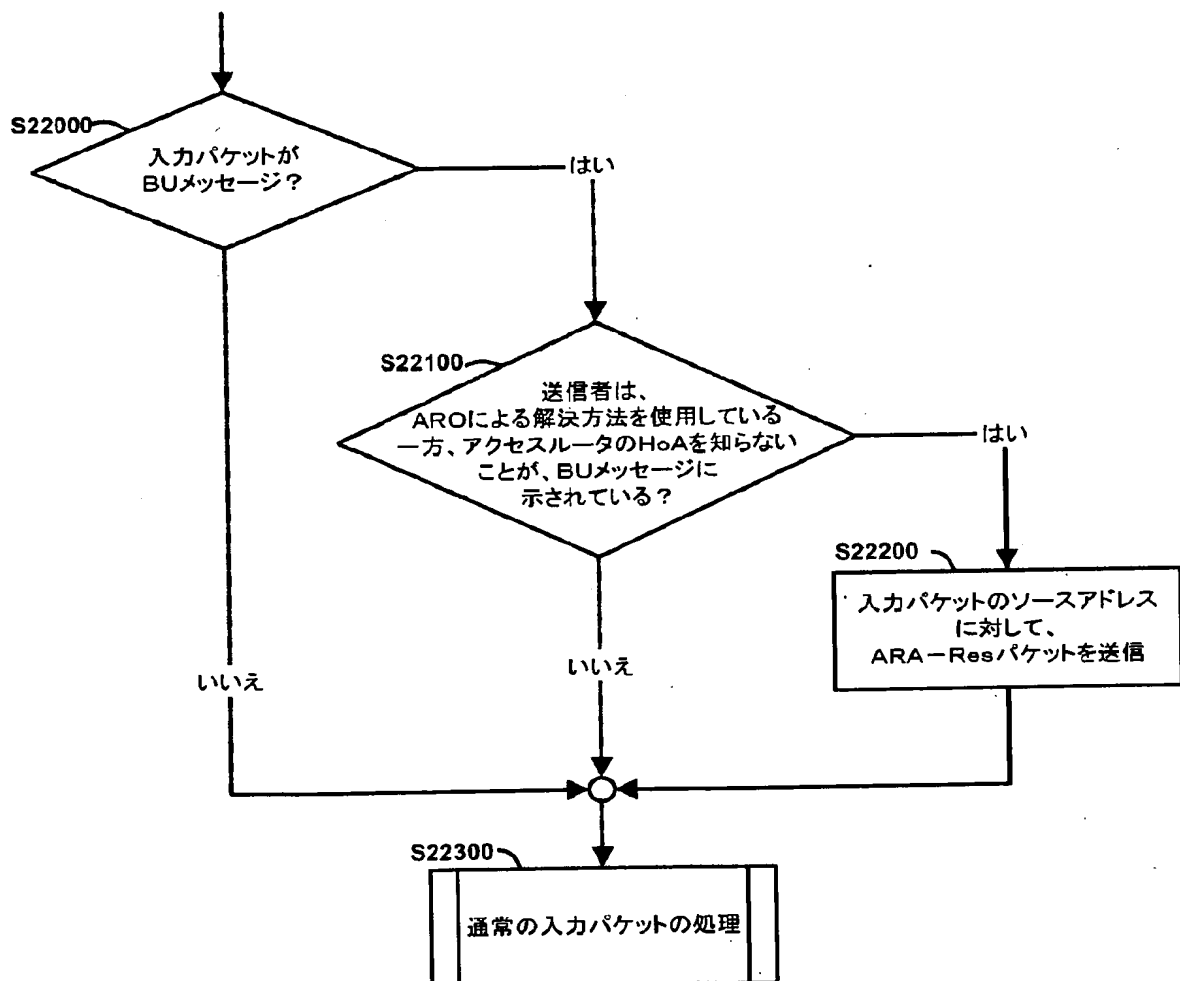
[図3]



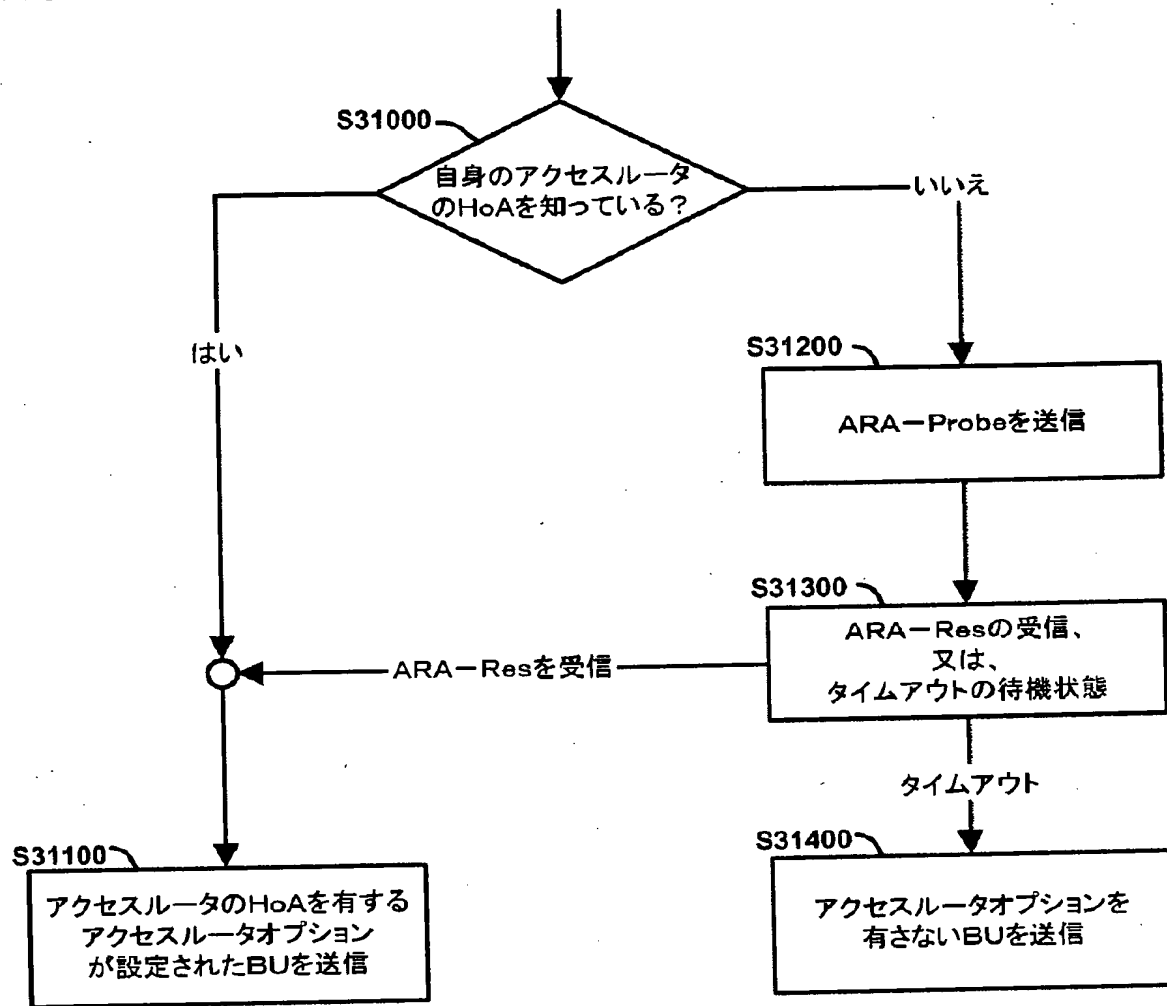
[図4]



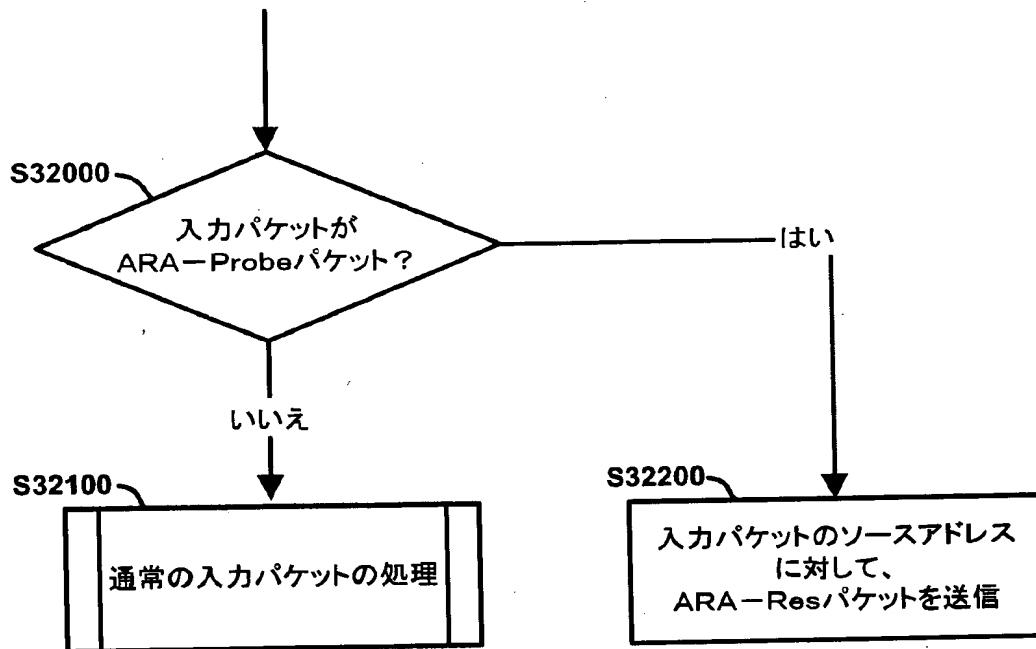
[図5]



[図6]

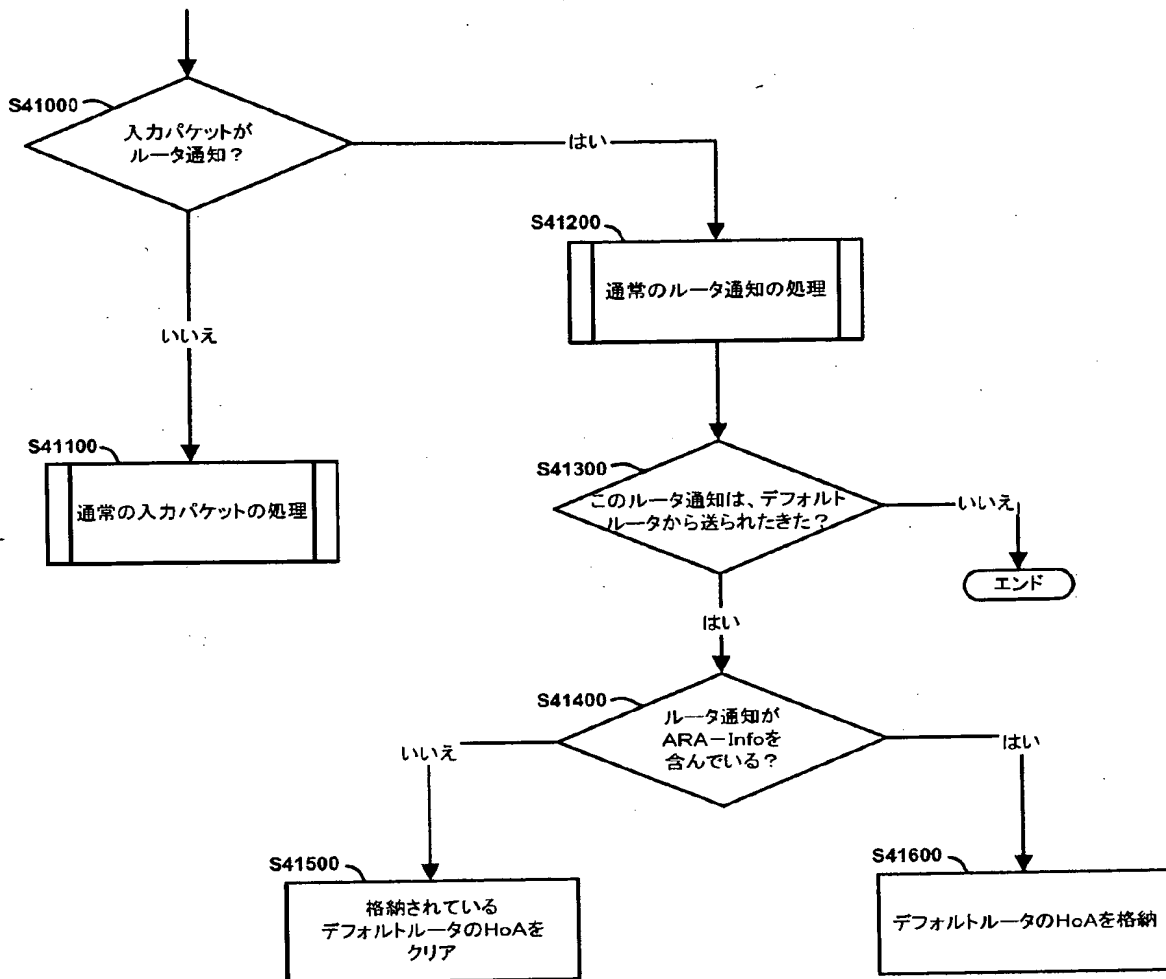


[図7]





[図8]



[図9]

